

Влияние пробы имитации ныряния на эффективность решения умственных задач

Д.Н. Берлов¹, А.И. Спиридонов², Т.И. Баранова²

¹ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, dberlov@yandex.ru; ² Санкт-Петербургский государственный университет

Абстракт. Исследованы особенности влияния функциональной пробы имитации ныряния, вызывающей нырятельный рефлекс у человека, на эффективность решения умственных задач разного типа. Обследовано 10 человек в возрасте 20-24 лет. Имитацию ныряния проводили погружением лица в холодную воду на задержанном выдохе. Отмечалось увеличение показателей характеризующих объем и скорость переработки информации в корректурной пробе, уменьшение времени решения и числа допущенных ошибок при выполнении арифметических и пространственных задач после применения пробы имитации ныряния. Отличий в эффективности выполнения вербальных задач не было обнаружено. В целом наше исследование подтверждает возможность повышения эффективности решения умственных задач после выполнения пробы имитации ныряния, а также различную степень такого влияния в зависимости от типа задачи.

Ключевые слова: пространственные, вербальные и арифметические задачи, корректурная проба, нырятельный рефлекс, имитация ныряния, гипоксия

Influence of diving imitation test on the effectiveness of solving mental problems

D.N. Berlov¹, A.I. Spiridonov², T.I. Baranova²

¹ Herzen State Pedagogical University of Russia, dberlov@yandex.ru; ² St. Petersburg State University

Abstract. The specific of the influence of the diving reaction test on the effectiveness of solving mental tasks of different types in human was researched. Ten subjects aged 20-24 were examined. Imitation of diving was done by immersing of subject face in cold water on a delayed expiration. There was an increasing in the indices characterizing the volume and speed of processing information in the dot cancellation task; reducing the decision time and the number of errors made during the performance of arithmetic and spatial tasks after applying of imitation diving test. Differences in the effectiveness of verbal tasks were not found. In general, our study confirms the possibility of increasing the effectiveness of mental tasks solving after performing the imitation diving test, as well as the varying degree of such influence, depending on the type of task.

Keywords: spatial, verbal and arithmetic tasks, dot cancellation test, diving reflex, imitation of diving, hypoxia

Известно, что при погружении лица в воду у человека реализуется цепь рефлекторных сердечно-сосудистых реакций - нырятельный рефлекс, заключающийся в рефлекторном урежении сердечного ритма, и селективном перераспределении кровотока от органов устойчивых к недостатку кислорода к органам, нуждающимся в стабильном снабжении кислородом, например, к сердцу и мозгу (Gooden 1994, Foster and Sheel, 2005, Баранова и др. 2014). Этот комплекс реакций носит защитный характер, поскольку в условиях дефицита кислорода экономится его расход.

Ранее нами было продемонстрировано закономерное увеличение линейной скорости мозгового кровотока и снижение пульсационного индекса при использовании данной модели ("холодо-гипоксическое воздействие") (Баранова и др. 2014). Изменения мозгового кровотока во время реализации нырательного рефлекса и следовые процессы после его окончания могут объяснять влияние процедуры имитации ныряния на сдвиги функционального состояния, изменение самочувствия и эффективность выполнения когнитивных задач. С другой стороны, показано, что реализация нырательной реакции у человека может протекать по-разному, проявляясь в индивидуально-устойчивых типах нырательной реакции (Баранова 2004). Эти типологические различия проявляются в отличиях не только в работе сердца, но в типах мозговой гемодинамики (Митрофанова 2010). Можно предположить, что и влияние реализации нырательного рефлекса на последующее выполнение когнитивных задач может отличаться у представителей разных типов нырательной реакции. Однако для возможности корректной интерпретации будущих исследований в этом направлении необходимо учесть возможность того, что различные виды когнитивной и умственной деятельности могут оказаться в разной степени чувствительными к холодо-гипоксическому воздействию.

Справедливость данного предположения подтверждается исследованием А. Ross и А. Steptoe (1980), в котором изучалась противоположная ситуация - влияние когнитивной деятельности на нырательный рефлекс. Результаты показали, что нырательный рефлекс может быть специфически модифицирован высшей нервной стимуляцией: умственные математические вычисления приводили к уменьшению выраженности брадикардии при задержке дыхания как при погружении лица в воду, так и в воздухе, однако этот эффект не был обнаружен при прослушивании текстового отрывка. В свою очередь, степень влияния гипоксической нагрузки на результаты выполнения интенсивной умственной деятельности по переработке пространственной и вербальной информации может зависеть от того, какую стратегию обработки информации используют испытуемые при решении одной и той же задачи - «комплексную» или «вербальную» (Петрукович и др. 2015).

Цель работы состояла в оценке эффективности решения умственных задач различного типа до и после применения функциональной пробы имитации ныряния ("холодо-гипоксическое воздействие"). Участниками исследований были студенты высших учебных заведений Санкт-Петербурга мужского пола ($n=10$), в возрасте 20-24 лет, специализирующиеся на точных и естественных науках. Все обследуемые до начала исследования были проинформированы о цели, задачах и методах проведения исследования и дали свое добровольное согласие на участие. В ходе обследования испытуемым предъявляли когнитивные тесты (корректирующая проба, арифметические примеры, вербальные и зрительные задачи из сборника Айзенка), позволяющие оценить различные аспекты умственной работы. Тесты предъявлялись в виде двух блоков, до и после проведения процедуры имитации ныряния.

Процедура имитации ныряния заключалась в последовательных погружениях лица на выдохе в воду определенной температуры (средняя температура воздуха в помещении в течение проведения всего исследования составляла $23,5 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$, воды – $12,8 \pm 2,6^{\circ}\text{C}$). Погружение лица в воду осуществлялось в положении лежа, лицом вниз. Сосуд с водой располагался перед лицом испытуемого, немного ниже уровня положения головы. Для уменьшения напряжения шейных мышц подбородок располагался на специальной подставке, которая убиралась при погружении лица в воду. Осуществлялось 3-4 погружения лица в воду, которые производились на нефорсированном выдохе, без предварительной гипервентиляции. Длительность первого погружения лимитировалась первым позывом ко вдоху, последующие погружения осуществлялись на волевом усилии до максимума. Время паузы между погружениями составляло 2 минуты. До погружения, во время погружения и во время восстановления регистрировали ЭКГ в стандартных отведениях и артериальное давление.

Корректурная проба использовалась в варианте колец Ландольта. Время выполнения задания на бланке — 1 минута. Для предъявления арифметических, пространственных и вербальных задач и регистрации ответов испытуемых использовалась специально разработанная для данного исследования программа Arifmometr. При выполнении арифметических задач испытуемому предлагалось в течение 3 минут решать задачи на вычитание (случайное трехзначное число минус случайное двухзначное) с максимально возможной скоростью. После истечения отведенного на тест времени фиксировалось общее количество решенных задач, количество ошибочных и верных ответов. При выполнении пространственных и вербальных задач обследуемому посредством программы Arifmometr предъявлялись задачи из сборника Айзенка для оценки интеллектуальных способностей (Айзенк 1972). Всего предъявлялось 3 пространственных и 6 вербальных задач. Время, отведенное на решение, не ограничивалось, но перед началом теста давалась устная инструкция выполнять задачи с максимально возможной скоростью. После окончания работы фиксировалось затраченное время и число допущенных ошибок.

Результаты исследования показали, что после процедуры имитации ныряния достоверно (по критерию знаков, $p < 0,05$) увеличилось количество просмотренных знаков в корректурной пробе (175,1 и 232,2, здесь и далее – средние значения), уменьшилось время решения арифметических задач (29,36 и 12,48 с), число ошибок при решении арифметических задач (4,8 и 2,6), время решения пространственных задач Айзенка (49,7 и 37 с), число ошибок при решении пространственных задач Айзенка (2,2 и 0,5). Отличий в параметрах эффективности выполнения вербальных задач до и после процедуры имитации ныряния не было обнаружено.

Сложность интерпретации подобных данных заключается в том, что наблюдаемые сдвиги могут быть вызваны не только оцениваемым экспериментальным воздействием, но и другими факторами – сдвигами функционального состояния в процессе эксперимента или эффектом тренировки при повторном выполнении задания. В нашем исследовании мы использовали корректурную пробу трижды (до и после первого блока умственных задач, а также после проведения процедуры имитации ныряния) исходя из положения, что на эффективность выполнения корректурной пробы тренировка не оказывает значительного влияния. Отсутствие различий в показателях корректурной пробы при первом и втором измерении подтверждает, что сам по себе блок умственных задач не влияет существенно на изменение функционального состояния в процессе эксперимента. В то же время достоверные изменения в параметрах корректурной пробы после процедуры имитации ныряния могут служить свидетельством в пользу того, что изменения в эффективности решения умственных задач после процедуры имитации ныряния не объясняются лишь эффектом тренировки.

Полученные нами данные схожи с результатом работы А. Ross и А. Steptoe (1983), в которой математические, но не вербальные задачи продемонстрировали эффективность относительно модуляции нырятельного рефлекса. Однако, если в исследовании А. Ross и А. Steptoe (1983) когнитивная нагрузка меняла ход реализации нырятельного рефлекса, у нас, наоборот, нырятельный рефлекс оказывал влияние на эффективность выполнения умственных задач. Возможно, отличие между типами задач связано с различиями в межполушарной активности при решении пространственных и вербальных задач (Павлова и Романенко 1988). В этом случае, фактор межполушарной асимметрии для разных типов умственных задач вступает во взаимодействие с отмеченной в литературе специализацией полушарий для симпатической и парасимпатической системы (Wittling et al. 1998). Другое возможное объяснение связано с различной субъективной сложностью решаемых задач. В нашем исследовании вербальные задачи оказались для испытуемых более сложными, что отразилось в большем времени, которое они затрачивали на решение вербальных задач по сравнению с другими типами. Известно, что новые или сложные задачи приводят к асимметричному вовлечению лобных зон (Павлова и Романенко 1988). Проверка этих предположений требует дополнительных исследований.

В целом наше исследование подтверждает как возможность повышения эффективности решения умственных задач после выполнения пробы имитации ныряния, так и различную степень такого влияния в зависимости от типа задачи.

Литература

Gooden B. A. 1994. Mechanism of the human diving response. *Integrative Physiological and Behavioral Science*. 29(1). – P. 6-16.

Foster, G. E., Sheel, A. W. 2005. The human diving response, its function, and its control. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 15(1). – P. 3-12.

Ross A., Steptoe A. 1980. Attenuation of the diving reflex in man by mental stimulation. *The Journal of physiology*. 302. – P. 387-393.

Wittling W., Block A., Genzel S., Schweiger E. 1998. Hemisphere asymmetry in parasympathetic control of the heart. *Neuropsychologia*. 36(5). – P. 461-468.

Айзенк Г. 1972. Проверьте свои способности. М: Мир.

Баранова Т. И. 2004. Об особенностях сердечно-сосудистой системы при нырательной реакции у человека. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 90(1) – С. 20-31.

Баранова Т. И., Берлов Д. Н., Январёва И. Н. 2014. Изменение мозгового кровотока при реализации нырательной реакции у человека. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 100(5). – С. 624-633.

Митрофанова А. В. 2010. Особенности гемодинамики при реализации нырательной реакции у человека. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология*. 1 – С. 89-98.

Павлова Л. П., Романенко А. Ф. 1988. Системный подход к психофизиологическому исследованию мозга человека. Л: Наука.

Петрукович В. М., Иванов А. О., Зотов М. В., Федоров С. И. 2015. Влияние гипоксии на умственную работоспособность операторов с различными стратегиями переработки информации в оперативной памяти. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика*. 3. – С. 27-37.

Информация об авторах:

Берлов Дмитрий Николаевич, ст. преп. Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, dberlov@yandex.ru;

Спиридонов Александр Иванович, студент Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, e-mail: aspidonov@gmail.com;

Татьяна Ивановна Баранова, научный сотрудник Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, e-mail: baranovati@gmail.com